

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Masashi KANAI

Application Number 10/090,007

Filed: March 5, 2002

Attention: OIPE

For: PICTURE DISPLAY SYSTEM, PICTURE DATA PROCESSING METHOD, AND
PROGRAM FOR PERFORMING COLOR CORRECTION OF OUTPUT
PICTURES

Honorable Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT(S)

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following applications(s): *Japanese Patent Application No. 2001-061581, filed March 6, 2001.*

Applicant is submitting herewith a copy of each priority application listed above. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of the certified copy in accordance with prescribed procedures. Kindly direct any inquiries in connection with this matter to the undersigned.

Respectfully submitted,

LOWE HAUPTMAN GILMAN & BERNER, LLP

Kenneth M. Berner

Kenneth M. Berner
Registration Number 37,093

1700 Diagonal Road, Suite 310
Alexandria, Virginia 22314
(703) 684-1111 KMB/klb
Facsimile: (703) 518-5499
DATE: July 2, 2002



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別添添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:



2001年 3月 6日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-061581

[ST.10/C]:

[JP2001-061581]

出 願 人
Applicant(s):

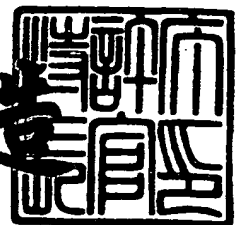
セイコーエプソン株式会社



2002年 2月22日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3009744

【書類名】 特許願

【整理番号】 EP0031

【提出日】 平成13年 3月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04N 1/40
H04N 1/60

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン
株式会社内

【氏名】 金井 政史

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代表者】 安川 英昭

【代理人】

【識別番号】 100097490

【弁理士】

【氏名又は名称】 細田 益稔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 082578

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0016989

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置、画像処理方法およびプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力される画像データに対して所望の画像処理を行って画像を表示する画像表示装置であって、

当該画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正手段と、

外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正手段と、

を備える画像表示装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の画像表示装置であって、

前記第 1 色補正手段が、前記特性値に基づき、前記 3 次元色補正テーブルの格子点データを書き換えるための書換手段を備えている画像表示装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の画像表示装置であって、

前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、色温度を調整するためのものである画像表示装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、

前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、外部照明の明るさの変化に対する補正を行なうためのものである画像表示装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、

前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、投影面の色の変化に対する補正を行なうためのものである画像表示装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、

前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、外部照明の色の変化に対する補正を行なうためのものである画像表示装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、

前記特性値を入力するための手段をさらに備えている画像表示装置。

【請求項 8】 前記画像表示装置がプロジェクタである、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像表示装置。

【請求項 9】 請求項 2 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、

前記特性値が特性基準値のときに、前記書換手段による格子点データの書き換えを行わない画像表示装置。

【請求項 10】 画像表示装置に入力される画像データに対する画像処理方法であって、

前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正工程と、

外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正工程と、

を備える画像処理方法。

【請求項 11】 画像表示装置に入力される画像データに対する画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正処理と、

外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正処理と、

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、出力画像に対して所望の色補正を施す画像表示装置、画像処理方法

およびプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

プロジェクタなどの画像表示装置の場合、装置の種類によって色再現領域が異なるので、表示画像の色が変化することがある。これを防止するために、画像処理装置の色特性を一般的なCRTモニタの色特性に合わせるカラーマッチングと呼ばれる処理を行うのが一般的である。

【0003】

また、プロジェクタなどの画像表示装置を使用する場合、外部環境が変化しても製作者の意図した画像を再現できることが重要である。特に、外部環境の変化として、外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色が変化する場合を考慮しなければ適切な色の再現を行うことは困難である。

【0004】

これらのカラーマッチングおよび外部環境に対する補正には、一般的に色補正テーブルが用いられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、プロジェクタなどの画像表示装置の場合、メモリ容量の制約のため、色補正テーブルのデータを多く保有する事は困難である。すなわち、プロジェクタの場合、1台1台の個体差が大きいため、各機体ごとに適合する色補正テーブルを格納していなければならない。

【0006】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、メモリ容量を節約しつつ適切な色再現が可能な画像表示装置、画像処理方法およびプログラムを提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題に鑑み、請求項1に記載の発明は、入力される画像データに対して所望の画像処理を行って画像を表示する画像表示装置であって、当該画像表示装置

の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正手段と、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正手段と、を備えて構成される。

【 0 0 0 8 】

以上のように構成された、入力される画像データに対して所望の画像処理を行って画像を表示する画像表示装置によれば、第 1 色補正手段によって、前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正が施される。そして、第 2 色補正手段によって、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正が施される。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の画像表示装置であって、前記第 1 色補正手段が、前記特性値に基づき、前記 3 次元色補正テーブルの格子点データを書き換えるための書換手段を備えて構成される。

【 0 0 1 0 】

さらに、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、色温度を調整するためのものである。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、外部照明の明るさの変化に対する補正を行なうためのものである。

【 0 0 1 2 】

さらに、請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、投影面の色の変化に対する補正を行なうためのものである。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記第 2 色補正手段における 1 次元色補正テーブルが、外部照明の色の変化に対する補正を行なうためのものである。

【 0 0 1 4 】

さらに、請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記特性値を入力するための手段をさらに備えて構成される。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記画像表示装置がプロジェクタであるように構成される。

【 0 0 1 6 】

さらに、請求項 9 に記載の発明は、請求項 2 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像表示装置であって、前記特性値が特性基準値のときに、前記書換手段による格子点データの書き換えを行わないように構成される。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 1 0 に記載の発明は、画像表示装置に入力される画像データに対する画像処理方法であって、前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正工程と、外部環境に応じた色補正を行なうための 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正工程と、を備えて構成される。

【 0 0 1 8 】

さらに、請求項 1 1 に記載の発明は、画像表示装置に入力される画像データに対する画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための 3 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 1 色補正処理と、外部環境に応じた色補正を行なうため

の 1 次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正を施す第 2 色補正処理と、をコンピュータに実行させるように構成される。

【 0 0 1 9 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。

【 0 0 2 0 】

第 1 実施形態

システム構成

図 1 に、本発明の画像表示装置の第 1 実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部 1 0 0 の機能ブロック図を示す。本発明の画像表示装置としては、プロジェクタの他、C R T、液晶ディスプレイなども含まれる。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 1 実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部 1 0 0 は、第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 によって生成された色補正テーブルに基づきカラーマッチングを行う第 1 色補正部 1 1 0 と、第 2 色補正テーブル生成部 1 5 0 によって生成された色補正テーブルに基づき所望の色補正を行う第 2 色補正部 1 2 0 と、液晶ライトバルブの出力特性を調整するための第 3 色補正部 1 3 0 と、液晶ライトバルブを駆動して画像の投影表示を行うための L / V (ライトバルブ) 駆動部 1 4 0 と、を備えて構成される。

【 0 0 2 2 】

また、前記画像処理部 1 0 0 は、プロジェクタの γ 値を入力するための γ 値入力部 1 1 6 と、カラーマッチング用の 3 次元色補正テーブル (3 D - L U T) を生成するための色補正テーブル内のデータ (変換値、L U T データ) および格子点データを対応付けて格納している L U T データ格納部 1 1 4 と、 γ 値入力部 1 1 6 によって入力された γ 値および L U T データ格納部 1 1 4 に格納されたデータに基づいてカラーマッチング用の 3 次元色補正テーブルを生成するための第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 と、を備えている。

【 0 0 2 3 】

さらに、画像処理部 1 0 0 は、暗室内で基準投影面に対して出力した場合のプロジェクトの色特性情報を格納しておくためのデバイス特性保存メモリ 1 6 0 と、プロジェクトおよび外部照明のスクリーンによる反射光の輝度を測定するための光センサ 1 7 0 と、光センサ 1 7 0 の測色値とデバイス特性保存用メモリに格納されている情報とに基づき外部照明の影響を考慮した 1 次元色補正テーブル（1 D - L U T）を生成する第 2 色補正テーブル生成部 1 5 0 と、を備えて構成される。

【 0 0 2 4 】

本発明の第 1 実施形態によるプロジェクトでは、まず、第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 によって生成される色補正テーブルを参照して、パーソナルコンピュータなどから供給される画像入力信号に対して、第 1 色補正部 1 1 0 によってカラーマッチングが施される。そして、当該カラーマッチングされた画像信号は、第 2 色補正テーブル生成部 1 5 0 によって生成される色補正テーブルを参照して、第 2 色補正部 1 2 0 によって外部照明の影響を考慮した所望の色補正がなされる。色補正された画像信号は、第 3 色補正部 1 3 0 によって、液晶ライトバルブの出力特性を考慮した調整がなされる。L/V 駆動部 1 4 0 は、当該調整されたアナログ信号に基づき、液晶ライトバルブを駆動して画像の投影表示を行う。

【 0 0 2 5 】

画像処理部 1 0 0 の動作

以下に説明する色補正テーブルの生成処理、画像処理などの画像処理部 1 0 0 による処理は、プロジェクトのプログラム格納部（図示せず）に記録された画像処理プログラムを実行することによって行われる。前記プログラム格納部は、画像処理プログラムを記録した媒体を構成する。さらに、当該画像処理プログラム自体も、本願発明の範囲内に包含される。

【 0 0 2 6 】

（ 1 ） 第 1 色補正部 1 1 0 における色補正

第 1 色補正部 1 1 0 は、第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 によって、以下のようにして生成された 3 次元色補正テーブルに基づきカラーマッチングを行う

（ 1 - 1 ） 第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 による処理

次に、図 3 を参照して、第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 による色補正テーブル生成処理を説明する。

【 0 0 2 7 】

まず、 γ 値入力部 1 1 6 からプロジェクタの γ 値（プロジェクタの特性値）が入力されると（S 1 0, Y e s）、プロジェクタの ROM 内の LUT データ格納部 1 1 4 に格納されているテーブル内のデータ（変換値：LUT データ）および格子点データが RAM 内に読み込まれる（S 1 2）。

【 0 0 2 8 】

そして、第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 は、入力された γ 値に基づき、格子点データを書き換える（S 1 4）。LUT データ格納部 1 1 4 に格納されているテーブル内のデータは、 γ 値が 2.2（特性基準値）のプロジェクタ用に作成されているので、プロジェクタの γ 値に基づいて格子点のデータを書き換える必要がある。具体的には、入力された γ 値に基づき、格子点の値（R, G, B）を

$$R' = R^{2.2/\gamma}$$

$$G' = G^{2.2/\gamma}$$

$$B' = B^{2.2/\gamma}$$

によって（R' , G' , B' ）に変換する。

【 0 0 2 9 】

そして、第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 は、変換された格子点の値（R' , G' , B' ）と、LUT データ格納部 1 1 4 に格納されているテーブル内の変換値とを対応付けて新たな 3 次元色補正テーブルを生成して（S 1 6）、当該生成された 3 次元色補正テーブルを第 1 色補正部 1 1 0 にセットして（S 1 8）、処理を終了する。

【 0 0 3 0 】

このように、1 つの 3 次元色補正テーブルを格納しておき、プロジェクタの γ 値に基づき格子点データを書き換えるように構成するのは、3 次元色補正テーブルを格納するのには、1 次元色補正テーブルと比較して多くのメモリ容量を必要とするので、これを節約するためである。

【 0 0 3 1 】

(1-2) LUTデータ格納部114に格納されているLUTデータの生成処理

次に、図4を参照して、LUTデータ格納部114に格納されているLUTデータの生成処理を説明する。当該実施形態では、プロジェクタの色特性をCRTの色特性（基準色特性）に適合させる場合について説明する。

【0032】

まず、CRTにおける入力値($R_c G_c B_c$)と出力色の色座標($X_c Y_c Z_c, L_c * a_c * b_c$ など)との対応関係を求める(S20)。代表的な色についての対応関係は、実際に色をCRTから出力させ、出力された光を測定することによって求め、残りの色についての対応関係は補間計算などで求める。そして、プロジェクタにおける入力値($R_p G_p B_p$)と出力色の色座標($X_p Y_p Z_p, L_p * a_p * b_p$ など)との対応関係を求める(S22)。同様に、代表的な色についての対応関係は、実際に色をプロジェクタから出力させ、出力された光を測定することによって求め、残りの色についての対応関係は補間計算などで求める。

【0033】

次に、CRTの出力色($L_c * a_c * b_c$)に対する液晶プロジェクタの出力色($L_p * a_p * b_p$)を定める(S24)。通常は同じ色同士($L_c * = L_p *$, $a_c * = a_p *$, $b_c * = b_p *$)を対応付ける。しかし、CRTの出力色($L_c * a_c * b_c$)がプロジェクタで出力できない色の場合は、図6に示すように、プロジェクタで出力できる色のうち比較的その色に近い色(例えば、色相が同じで色座標上の距離が最も小さい色)を対応付ける。

【0034】

そして、図5に示すように、S20～S26から求められた対応関係に基づき、各 $R_c G_c B_c$ 値に対する $R_p G_p B_p$ の値を求め、LUTデータを生成する(S28)。

【0035】

当該実施形態では、以上のようにして生成されたLUTデータおよび格子点データがLUTデータ格納部114に予め格納されているものとする。

【0036】

(2) 第2色補正部120における色補正(外部環境の変化を考慮した色補

正)

(2-1) 外部照明および投影面の変化を考慮した色補正

次に、図7を参照して、本発明の第1実施形態にかかるプロジェクタ内の第2色補正部120の動作を説明する。

【0037】

まず、本発明によるプロジェクタの使用が開始されると、第2色補正テーブル生成部150によって色補正テーブルの生成・書換処理が行われる（ステップ204）。当該色補正テーブルの生成・書換処理に関しては、以下で図8を参照して詳細に説明する。

【0038】

そして、色補正テーブルの生成・書換処理の後、書き換えられた色補正テーブルを参照して第2色補正部120によって色補正された画像信号に基づき、画像の表示が行われる（ステップ206）。ここで、画像の表示を終了せず（ステップ208、No）、前回の色補正テーブルの生成・書換処理終了時から一定時間経過していない場合（ステップ210、No）、ステップ206の画像の表示状態が継続する。一方、画像の表示を終了せず（ステップ208、No）、前回の色補正テーブルの生成・書換処理終了時から一定時間経過した場合（ステップ210、Yes）、時間の経過とともに外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色が変化する場合を考慮して、再度色補正テーブルの生成・書換処理を行い（ステップ204）、画像の表示を行う（ステップ206）。本発明によれば、一定時間毎に外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色の変化を考慮して色補正テーブルを書き換えるので、外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色が変化しても適切な色再現が可能となる。

【0039】

そして、プロジェクタの電源をオフするなどして画像の表示を終了する場合（ステップ208、Yes）には処理を終了する。

【0040】

色補正テーブルの生成・書換処理

次に、図8を参照して、本発明の第1実施形態にかかるプロジェクタ内の第2

色補正テーブル生成部 1 5 0 による色補正テーブルの生成・書換処理（図 7 のステップ 2 0 4 における処理）について説明する。

【 0 0 4 1 】

当該色補正テーブルの生成・書換処理では、まず、色補正カーブ計算処理 1（外部照明の明るさの変化に対する補正）（ステップ 2 2 2）、色補正カーブ計算処理 2（投影面の色の変化に対する補正）（ステップ 2 2 3）および色補正カーブ計算処理 3（外部照明の色の変化に対する補正）（ステップ 2 2 4）がそれぞれ行われる。次に、3 段階の補正カーブの丸め処理 1、2 および 3 が行われる（ステップ 2 2 5、2 2 6 および 2 2 7）。各補正カーブ計算処理および補正カーブ丸め処理については、後に詳述する。

【 0 0 4 2 】

そして、計算された補正カーブに基づいて、新たな一次元色補正テーブルが生成され、第 2 色補正部 1 2 0 で参照される一次元色補正テーブルが、新たに生成された一次元色補正テーブルによって書き換えられ（ステップ 2 2 8）、ステップ 2 0 6 に戻る。

【 0 0 4 3 】

補正カーブの計算処理 1（外部照明の明るさの変化に対する補正）

次に、図 9 を参照して、補正カーブの計算処理 1 について説明する。

【 0 0 4 4 】

補正カーブの計算処理 1 の前提として、暗室内でプロジェクタ（画像表示装置）2 0 に白（ $R = G = B = 255$ 階調）を出力させ、そのスクリーン 1 0 からの反射光の輝度を光センサ 1 7 0 で予め測定しておく。

【 0 0 4 5 】

当該補正カーブの計算処理 1 では、まず、プロジェクタからの出力がない状態で、外部照明のスクリーン 1 0 からの反射光の輝度を測定する（ステップ 2 2 9）。

【 0 0 4 6 】

次に、各環境下で γ カーブを規格化する（ステップ 2 3 0）。W（白）、R（赤）、G（緑）、B（青）のいずれの補正カーブも同一のカーブとなるので、当

該実施の形態では一例としてWに関して補正カーブを計算する。各環境下（暗室の場合および外部照明が存在する場合）における γ カーブを以下のように仮定する。ここで、 γ は対象となるプロジェクタの階調特性である。ガンマは、対象となるプロジェクタの階調特性を実際に測定して求め、その平均的な値を用いるのが適当である。当該実施の形態では、一例として、 $\gamma = 2.2$ とする。

暗室の場合：

$$Fd(Din) = Yw \cdot Din^{\gamma} \quad \dots (1)$$

外部照明が存在する場合：

$$Fi(Din) = Yw \cdot Din^{\gamma} + Yi \quad \dots (2)$$

各環境下における γ カーブを図10に示す。

【0047】

ここで、Fがスクリーンからの反射光の合計輝度、DinがRGBのデジタル入力値（0～255階調）を0～1に規格化したもの、Ywがプロジェクタの白の輝度、Yiが照明の輝度である。そして、これらの式(1)および式(2)を、各環境下でプロジェクタが白を出力した時の輝度（暗室の場合：Yw、外部照明外存在する場合：Yw+Yi）で目が順応しているという仮定の下で規格化する。すなわち、式(1)および式(2)を、各環境下でプロジェクタが白を出力した時の輝度（暗室の場合：Yw、外部照明外存在する場合：Yw+Yi）が1になるように規格化する。具体的には、

暗室の場合：

$$F' d(Din) = Fd(Din) / Yw = Din^{\gamma} \quad \dots (3)$$

外部照明が存在する場合：

$$F' i(Din) = Fi(Din) / (Yw + Yi) = (Yw \cdot Din^{\gamma} + Yi) / (Yw + Yi) \quad \dots (4)$$

となる。

【0048】

各環境下における規格化された γ カーブを図11に示す。

【0049】

次に、 γ カーブを基準点Doで重ね合わせる（ステップ232）。図12に示すように、基準点Doで、 $F' d(Din)$ が $F' i(Din)$ と同一の値をとるように、 $F' d(Din)$

)を F' 軸方向に $\{F' i(Do) - F' d(Do)\}$ だけ平行移動させる。具体的には、

$$\begin{aligned} F'' d(Din) &= F' d(Din) + \{F' i(Do) - F' d(Do)\} \\ &= F' d(Din) - F' d(Do) + F' i(Do) \end{aligned}$$

とする。ここで、式(3)および式(4)を用いると、

$$F'' d(Din) = Din^\gamma - Do^\gamma + (Yw \cdot Do^\gamma + Yi) / (Yw + Yi) \quad \dots (5)$$

となる。

【 0 0 5 0 】

そして、式(5)を用いて第1補正カーブを算出する（ステップ234）。

【 0 0 5 1 】

このように当該実施形態では、図12に示すように、基準点 Do 付近で、外部照明が存在する場合の補正カーブの出力値と、暗室の場合の補正カーブの出力値とが一致するように第1補正カーブを形成する。

【 0 0 5 2 】

そして、基準点 Do 付近での相対的なコントラスト（ γ カーブの傾き）が、外部照明の有無によって変化しないように入力階調データを補正することによって、外部照明の有無による出力画像の色の変化を小さくする。

【 0 0 5 3 】

以上を式で表現すると以下ようになる。

【 0 0 5 4 】

$$F' i(Dout1) = F'' d(Din) \quad \dots (6)$$

ここで、 $Dout1$ は、第1補正カーブによって補正された入力階調データである。

式(4)および式(5)を式(6)に代入すると、

$$(Yw \cdot Dout1^\gamma + Yi) / (Yw + Yi) = Din^\gamma - Do^\gamma + (Yw \cdot Do^\gamma + Yi) / (Yw + Yi)$$

これより、

$$Dout1 = [(1 + Yi/Yw) Din^\gamma - (Yi/Yw) Do^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (7)$$

照明によるコントラスト低下を補正する際の中心となる階調 Do を変化させることによって第1補正カーブは様々に変化する。一般的に、 Do の値が小さいと、図13に示すような第1補正カーブとなり、投影画面が白いように見え、淡い色調

となる。一方、Doの値を大きくすると、図14に示すような第1補正カーブとなり、投影画面が黒いように見え、低階調での階調変化がさらに少なくなる（いわゆる、階調のつぶれが顕著になる）。Doを適当な値にすることによって、投影画像の全体的な明るさを補正前とあまり変化させずに、鮮やかさが最も強調されるような補正をかけることができる。実験による評価を行った結果、Doの値は中階調付近（ $0.25 \leq Do \leq 0.50$ 程度）が好適であることを確かめた。

【0055】

さらに、図15に示すように、補正量 ΔF を $\alpha 1$ 倍（ $0 \leq \alpha 1 \leq 1$ ）して補正量を調整することもできる。補正のかかり過ぎによる、不自然な画像再現を防ぐためである。補正量を調整する場合のDout1の式(7)は、

$$D_{out1} = [(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{in}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (8)$$

となる。従って、RGBの各色の第1補正カーブの式は、

$$D_{Rout1} = [(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{Rin}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (9)$$

$$D_{Gout1} = [(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{Gin}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (10)$$

$$D_{Bout1} = [(1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{Bin}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^\gamma]^{1/\gamma} \quad \dots (11)$$

となる。

【0056】

補正量を $\alpha 1$ 倍することは、結果として照明の輝度 Y_i を $\alpha 1$ 倍することに相当する。なお、 $\alpha 1$ の値は、 $0.8 \leq \alpha 1 \leq 1$ の範囲内であることが好ましい。

【0057】

式(9)～(11)のように第1補正カーブが計算され（ステップ234）、図8のステップ223に戻り、補正カーブ計算処理2が行われる。

【0058】

補正カーブの計算処理2（投影面の色の変化に対する補正）

次に、図16を参照して、補正カーブの計算処理2について説明する。

【0059】

補正カーブ計算処理2の前提として、暗室内でプロジェクタ（画像表示装置）20からR(赤)、G(緑)、B(青)、bk(黒)の各色を基準投影面に対して出力させ、当該各色出力の基準投影面による反射光の輝度値を光センサ170で予め測定し

、デバイス特性保存用メモリ 1 6 0 に格納しておく。ここで、基準投影面とは、例えば、標準拡散板などの可視光領域の反射率が 1 に近いものを選択することができる。

【 0 0 6 0 】

さらに、暗室内でプロジェクタ（画像表示装置） 2 0 から R(赤)G(緑)B(青)bk(黒)の各色を補正対象投影面に対して出力させ、当該各色出力の補正対象投影面による反射光の輝度値も光センサ 1 7 0 で予め測定しておく。

【 0 0 6 1 】

補正カーブの計算処理 2 では、まず、予め測定された測定値（R(赤)、G(緑)、B(青)、bk(黒)の基準投影面による反射光の輝度値、および R(赤)、G(緑)、B(青)、bk(黒)の補正対象投影面による反射光の輝度値）に基づき、各投影面におけるプロジェクタの RGB 各色の輝度比を計算する（ステップ 2 4 2）。計算式は以下のとおりである。

$$y_R = (Y_R - Y_{bk}) / (Y_G - Y_{bk}) \quad \dots (12)$$

$$y_G = (Y_G - Y_{bk}) / (Y_G - Y_{bk}) = 1 \quad \dots (13)$$

$$y_B = (Y_B - Y_{bk}) / (Y_G - Y_{bk}) \quad \dots (14)$$

ここで、 Y_R 、 Y_G 、 Y_B 、 Y_{bk} は、プロジェクタの R、G、B、bk 各色の輝度、 y_R 、 y_G 、 y_B は RGB の輝度比である。ここでは、G の輝度に対する比をとっているので y_G が常に 1 となる。基準投影面における R G B の輝度比 y_{R0} 、 y_{G0} 、 y_{B0} も同様に計算する。

【 0 0 6 2 】

次に、第 2 補正カーブを算出する（ステップ 2 4 6）。プロジェクタの一次色（RGB）は、二次色、三次色に比べて投影面の違いによる色度の変化を受けにくいので、対象となる投影面の輝度比 y_R 、 y_G 、 y_B を、基準となる投影面の輝度比 y_{R0} 、 y_{G0} 、 y_{B0} と一致するように補正をかければ、全ての色において投影面の違いによる色度の変化が補正される。補正前の RGB のデジタルの入力値を 0～1 の範囲に規格化したものを D_{Rin2} 、 D_{Gin2} 、 D_{Bin2} とし、補正後の RGB のデジタルの入力値を 0～1 の範囲に規格化したものを D_{Rout2} 、 D_{Gout2} 、 D_{Bout2} とすると、補正カーブの式は、

$$D_{Rout2} = [y_R' / \max(y_R', y_G', y_B')]^{1/\gamma} \times D_{Rin2}, y_R' = y_{R0} / y_R \quad \dots (15)$$

$$D_{Gout2} = [y_G' / \max(y_R', y_G', y_B')]^{1/\gamma} \times D_{Gin2}, y_G' = y_{G0} / y_G = 1 \quad \dots (16)$$

$$D_{Bout2} = [y_B' / \max(y_R', y_G', y_B')]^{1/\gamma} \times D_{Bin2}, y_B' = y_{B0} / y_B \quad \dots (17)$$

となる。ここで、 $\max(y_R', y_G', y_B')$ は y_R', y_G', y_B' の最大値を示している。このように補正することによって、投影面による色度の変化を測色的に補正することができる。

【0063】

このようにして、測色的には投影面による色度の変化を補正することができるが、人間の目の順応度や対比の効果を加味して補正量 $\alpha 3$ ($0 < \alpha 3 < 1$) を調整する場合、補正カーブは、

$$D_{Rout2} = [1 - \alpha 3 \{1 - y_R' / \max(y_R', y_G', y_B')\}]^{1/\gamma} \times D_{Rin2} \quad \dots (18)$$

$$D_{Gout2} = [1 - \alpha 3 \{1 - y_G' / \max(y_R', y_G', y_B')\}]^{1/\gamma} \times D_{Gin2} \quad \dots (19)$$

$$D_{Bout2} = [1 - \alpha 3 \{1 - y_B' / \max(y_R', y_G', y_B')\}]^{1/\gamma} \times D_{Bin2} \quad \dots (20)$$

となる。

【0064】

ここで、

$$\Delta Rgain = y_R' / \max(y_R', y_G', y_B')$$

$$\Delta Ggain = y_G' / \max(y_R', y_G', y_B')$$

$$\Delta Bgain = y_B' / \max(y_R', y_G', y_B')$$

とすると、(18)~(20)は、

$$D_{Rout2} = \{1 - \alpha 3(1 - \Delta Rgain)\}^{1/\gamma} \times D_{Rin2} \quad \dots (21)$$

$$D_{Gout2} = \{1 - \alpha 3(1 - \Delta Ggain)\}^{1/\gamma} \times D_{Gin2} \quad \dots (22)$$

$$D_{Bout2} = \{1 - \alpha 3(1 - \Delta Bgain)\}^{1/\gamma} \times D_{Bin2} \quad \dots (23)$$

となる。

【0065】

測定によって得られた投影面の色に対して100% ($\alpha_3=1$) の補正をかけると測色的には正しい補正が行われる。しかしながら、外部照明がある場合は投影画像の周囲に投影面の色が存在するため、投影画像と投影面との色の対比や外部照明に対する眼の順応の効果などによって、実際よりも補正が強くなっているように見える。この現象を解消するために、補正量を調整する。補正量 α_3 は、各環境下において実際に画像の評価を行いながら調整する必要がある。 α_3 の値としては、0.5~1.0が好適である。

【0066】

式(21)~(23)のように第2補正カーブが計算され(ステップ246)、図8のステップ224に戻り、補正カーブ計算処理3が行われる。

【0067】

ここで、補正カーブ計算処理1と補正カーブ計算処理2とは、ともに入力値を相対的に補正するための処理である。すなわち、第1補正カーブの式(9)~(11)と、第2補正カーブの式(21)~(23)とにおいて、入力値に対して補正パラメータが掛け算されて出力値が得られる。従って、補正カーブ計算処理1と、補正カーブ計算処理2とを逆の順番で行うこと、すなわち、図8のステップ222とステップ223とを入れ換えることができる。

【0068】

補正カーブ計算処理3 (外部照明の色の変化に対する補正)

次に、図17を参照して、補正カーブの計算処理3について説明する。

【0069】

補正カーブ計算処理3の前提として、暗室内でプロジェクタ(画像表示装置)20からR(赤)G(緑)B(青)bk(黒)の各色を出力させ、当該各色出力のスクリーンによる反射光のXYZ値を光センサ170で予め測定してデバイス特性保存用メモリ160に格納しておく。また、プロジェクタからの出力がない状態で、外部照明のスクリーン10からの反射光のXYZ値も予め測定しておく。

【0070】

当該補正カーブの計算処理 3 では、まず、上記のように予め測定された値（プロジェクタの各色の X Y Z 値）を R G B 値に変換する（ステップ 2 5 0）。当該実施形態では、照明の色をプロジェクタの R G B 値で表現するために、プロジェクタの R G B 値と X Y Z 値との間の変換を行うための行列 M を、上記のように測定されたプロジェクタの各色の X Y Z 値から求める。行列 M および変換式は、

$$【 0 0 7 1 】$$

【数 1】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{bk} \\ Y_{bk} \\ Z_{bk} \end{pmatrix} + M \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} \quad \dots\dots(24)$$

$$M = \begin{pmatrix} X_R - X_{bk} & X_G - X_{bk} & X_B - X_{bk} \\ Y_R - Y_{bk} & Y_G - Y_{bk} & Y_B - Y_{bk} \\ Z_R - Z_{bk} & Z_G - Z_{bk} & Z_B - Z_{bk} \end{pmatrix} \quad \dots\dots(25)$$

$$\begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_R^\gamma \\ D_G^\gamma \\ D_B^\gamma \end{pmatrix} \quad \dots\dots(26)$$

となる。ここで、 X_c 、 Y_c 、 Z_c ($c=R, G, B, bk$) はプロジェクタの各 R, G, B, bk 色の X Y Z 値、 D_R, D_G, D_B は R G B のデジタルの入力値（0～255）を 0 から 1 の範囲に規格化したもの、 γ はプロジェクタの階調特性である。ガンマは、補正カーブの計算処理 1 と同様に、対象となるプロジェクタの階調特性を実際に測定し

て求め、当該実施の形態では、一例として、 $\gamma = 2.2$ とする。

【0072】

そして、照明のXYZ値を X_i, Y_i, Z_i とすると、照明の色をプロジェクタの混色として表現する場合のRGB値 r_i, g_i, b_i は、

【0073】

【数2】

$$\begin{bmatrix} r_i \\ g_i \\ b_i \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix} \quad \dots\dots(27)$$

となる。

【0074】

次に、 r_i, g_i, b_i を用いて第3補正カーブを算出する（ステップ254）。完全な等色の再現は、式(27)で求められる r_i, g_i, b_i をそのままプロジェクタのRGBの出力からオフセットとして減算することによって実現される。しかしながら、この方法では、プロジェクタの階調が大きくつぶれてしまい現実的ではない。

【0075】

そこで、当該実施形態では、図18に示すように、 r_i, g_i, b_i の平均値からの差 ΔR_{offset} 、 ΔG_{offset} 、 ΔB_{offset} をオフセットとして差し引くという方

法をとる。これによって照明の色とオフセットの色とを重ね合せた色がプロジェクタのグレイと同一の色度となる。

【 0 0 7 6 】

このようにして、測色的には照明の色の影響を補正することができるが、人間の目の順応度や対比の効果を加味して補正量を調整する場合は、 ΔR_{offset} 、 ΔG_{offset} 、 ΔB_{offset} の値を $(\alpha 2)$ 倍 ($0 < \alpha 2 < 1$) する。測定によって得られた照明の色に対して 1 0 0 % ($\alpha 2 = 1$) の補正をかけると測色的には正しい補正が行われるが、補正のかかり過ぎによって不自然な画像再現になってしまう場合がある。この現象を解消するために、補正量を調整する。補正量 $\alpha 2$ は、各環境下において実際に画像の評価を行いながら調整する必要がある。 $\alpha 2$ の値としては、0.2~0.5が好適である。

【 0 0 7 7 】

ところで、プロジェクタのRGB出力を r, g, b 、補正後のプロジェクタの出力を r', g', b' として、当該補正処理を式によって表現すると、以下のようになる。但し、説明を簡単にするためRの式のみを示す。すなわち、式(26)より、

プロジェクタのRの出力

$$r(D_R) (= D_R^\gamma) \quad \dots (28)$$

を補正量 $\alpha 2$ を用いて調整すると、プロジェクタのRの補正後の出力 $r'(D_R)$ は、

$$r'(D_R) = D_R^\gamma - \alpha 2 \Delta R_{offset} \quad \dots (29)$$

$$\Delta R_{offset} = r_i - (r_i + g_i + b_i) / 3$$

となる。以上より、補正前の入力値を D_{Rin3} 、補正後の入力値を D_{Rout} とすれば、第3補正カーブは、

$$r(D_{Rout}) = r'(D_{Rin3}) \quad \dots (30)$$

となる。式(29)および式(30)より、

$$D_{Rout} = (D_{Rin3}^\gamma - \alpha 2 \Delta R_{offset})^{1/\gamma} \quad \dots (31)$$

となる。同様に、 D_{Gout} および D_{Bout} は、

$$D_{Gout} = (D_{Gin3}^\gamma - \alpha 2 \Delta G_{offset})^{1/\gamma} \quad \dots (32)$$

$$D_{Bout} = (D_{Bin3}^\gamma - \alpha 2 \Delta B offset)^{1/\gamma} \quad \dots \quad (33)$$

となる。

【 0 0 7 8 】

以上のようにして求められた、第 1 補正カーブ、第 2 補正カーブおよび第 3 補正カーブをつなぎ合わせて、最終的な補正カーブを求める（ステップ 2 5 6）。すなわち、式(9)～(11)および式(21)～(23)において、

$$D_{Rin2} = D_{Rout1}$$

$$D_{Gin2} = D_{Gout1}$$

$$D_{Bin2} = D_{Bout1}$$

とするとともに、式(21)～(23)および式(31)～(33)において、

$$D_{Rin3} = D_{Rout2}$$

$$D_{Gin3} = D_{Gout2}$$

$$D_{Bin3} = D_{Bout2}$$

とすると、最終的な補正カーブは、

$$D_{Rout} = [\{ 1 - \alpha 3 (1 - \Delta Rgain) \} \times \{ (1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{Rin}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^\gamma \} - \alpha 2 \Delta R offset]^{1/\gamma} \quad \dots \quad (34)$$

$$D_{Gout} = [\{ 1 - \alpha 3 (1 - \Delta Ggain) \} \times \{ (1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{Gin}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^\gamma \} - \alpha 2 \Delta G offset]^{1/\gamma} \quad \dots \quad (35)$$

$$D_{Bout} = [\{ 1 - \alpha 3 (1 - \Delta Bgain) \} \times \{ (1 + \alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_{Bin}^\gamma - (\alpha 1 \cdot Y_i / Y_w) D_o^\gamma \} - \alpha 2 \Delta B offset]^{1/\gamma} \quad \dots \quad (36)$$

となる。

【 0 0 7 9 】

式(34)～(36)で計算した結果 D_{Rout} 、 D_{Gout} 、 D_{Bout} が負になる場合は、 $D_{Rout} =$

$D_{Gout}=D_{Bout}=0$ とする。同様に、式(34)～(36)で計算した結果 D_{Rout} 、 D_{Gout} 、 D_{Bout} が1よりも大きくなる場合は、 $D_{Rout}=D_{Gout}=D_{Bout}=1$ とする。

【0080】

最終的な補正カーブの一例を図19に示す。

【0081】

式(34)～(36)のように最終的な補正カーブが求められ(ステップ256)、図8のステップ225における補正カーブの丸め処理1が行われる。

【0082】

補正カーブの丸め処理1

次に、補正カーブの丸め処理1を行う(ステップ225)。

【0083】

図19に示すように、式(34)で求めた補正カーブでは、低階調および高階調の領域で D_{out} が0のまま変化しない階調が存在する。そこで、以下の手順で補正カーブに丸め処理を施す。まず、以下の式

$$D_{out4} = [D_{out} - |(D_{out} - D_{in})|^{\beta}] \quad (D_{out} > D_{in}) \quad \dots (37)$$

$$D_{out4} = [D_{out} + |(D_{out} - D_{in})|^{\beta}] \quad (D_{out} < D_{in}) \quad \dots (38)$$

を用いて、 D_{out} から D_{out4} を計算する。ここで、 β は丸めの程度を調整するためのパラメータである。画像を実際に見ながら行った評価結果によれば $\beta=1.5$ 程度が適当であることを確かめた。式(37)および式(38)によって、 D_{out} が0のまま変化しない階調がなくなる。このようにして、補正カーブの丸め処理1を終了後、補正カーブの丸め処理2を行なう。

【0084】

補正カーブの丸め処理2

次に、補正カーブの丸め処理2を行う(ステップ226)。

【0085】

補正カーブの丸め処理2では、式(37)または式(38)のそれぞれの値について、その前後2点を加えた計5点での値の平均値を計算する。

【0086】

$D_{in} \times 255 = 128$ の場合を例にとると、

$$\begin{aligned} \text{Dout5}(128) = & [\text{Dout4}(112) + \text{Dout4}(120) + \text{Dout4}(128) + \text{Dout4}(136) \\ & + \text{Dout4}(144)] / 5 \quad \dots (39) \end{aligned}$$

となる。当該補正カーブの丸め処理 2 を行うことによって補正カーブが滑らかになる。

【 0 0 8 7 】

但し、以下の $\text{Din} \times 255 = 0, 8, 248, 255$ の 4 点に関しては

$$\text{Dout5}(0) = \text{Dout4}(0) \quad \dots (40)$$

$$\text{Dout5}(8) = [\text{Dout4}(0) + \text{Dout4}(8) + \text{Dout4}(16)] / 3 \quad \dots (41)$$

$$\text{Dout5}(248) = [\text{Dout4}(240) + \text{Dout4}(248) + \text{Dout4}(255)] / 3 \quad \dots (42)$$

$$\text{Dout5}(255) = \text{Dout4}(255) \quad \dots (43)$$

とする。このようにして、補正カーブの丸め処理 2 を終了後、補正カーブの丸め処理 3 を行なう。

【 0 0 8 8 】

補正カーブの丸め処理 3

次に、補正カーブの丸め処理 3 を行う（ステップ 2 2 7）。

【 0 0 8 9 】

補正カーブの丸め処理 3 では、以下の式

$$\text{Dout6} = \text{Din} + (\text{Dout5} - \text{Din}) [1 - \{(0.25 - \text{Din}) / 0.25\}^\theta] \quad (\text{Din} \times 255 < 64) \quad \dots (44)$$

$$\begin{aligned} \text{Dout6} = & \text{Din} + (\text{Dout5} - \text{Din}) [1 - \{(\text{Din} - 0.75) / 0.25\}^\theta] \quad (\text{Din} \times 255 > 192) \\ & \dots (45) \end{aligned}$$

を用いて、 Dout6 を計算する。この Dout6 が最終的な補正結果となる。

【 0 0 9 0 】

この結果を図 2 0 に示す。図 2 0 に示すように、 $\text{Din} \times 255 = 0, 255$ の付近では、補正をかけないことになり、プロジェクタの最高輝度およびコントラストは維持される。式(44)および式(45)の θ は、 $\text{Din} \times 255 = 0, 255$ 付近での補正量の減衰の程度を調整するためのパラメータであり、画像を実際に見ながら行った評

価結果によれば $\theta = 5.0$ 程度が適当であることを確かめた。

【 0 0 9 1 】

なお、Dout5(0)およびDout5(255)が既に0になっている場合には、補正カーブの丸め処理3（ステップ227）を行わずに、

Dout6 = Dout5

とする。

【 0 0 9 2 】

そして、補正カーブの丸め処理3の終了後、ステップ228に戻る。

【 0 0 9 3 】

当該実施形態では、第2色補正部120の順次1次元色補正テーブルを生成し、新たに生成された1次元色補正テーブルを用いて色補正を行なうように構成しているが、予め複数の1次元色補正テーブルを格納しておき、外部環境に応じて所定の1次元色補正テーブルを用いて色補正を行なうように構成することもできる。その理由は、1次元色補正テーブルの場合、3次元色補正テーブルと比較して多くのメモリ容量を必要としないので、予め複数の1次元色補正テーブルを格納しておいたとしても問題とならないからである。

【 0 0 9 4 】

（2-2） 色温度調整

次に、図21を参照して、色温度調整可能な色補正テーブル生成処理に関して説明する。（2-1）では、外部照明の明るさ若しくは色、または投影面の色が変化する場合を考慮して、第2色補正テーブル生成部150が再度色補正テーブルの生成・書換処理を行い、当該書き換えられた色補正テーブルを参照してプロジェクタが画像の表示を行う例について説明した。（2-2）では、第2色補正テーブル生成部150が色温度調整可能な色補正テーブルを生成する場合について説明する。

【 0 0 9 5 】

図21に示すように、第2色補正テーブル生成部150は、光センサ150を用いて、プロジェクタのW(白)、R(赤)、G(緑)、B(青)の出力が最大のときのXYZ値を測定する（S30）。

【 0 0 9 6 】

R の出力が最大のときの X Y Z 値を X_R, Y_R, Z_R 、G の出力が最大のときの X Y Z 値を X_G, Y_G, Z_G 、B の出力が最大のときの X Y Z 値を X_B, Y_B, Z_B とする。プロジェクトが、所定の階調特性パラメータ γ で表現される理想的な出力特性を有すると仮定すると、入力される R G B 値と出力される X Y Z 値との間には

【 0 0 9 7 】

【数 3】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix}, \quad \begin{aligned} r &= (R/255)^\gamma \\ g &= (G/255)^\gamma \\ b &= (B/255)^\gamma \end{aligned}$$

の関係が成立する。

【 0 0 9 8 】

次に、目標となる白色点の色度座標 x_0, y_0 を設定する (S 3 2)。

【 0 0 9 9 】

そして、目標となる白色点の XYZ 値を計算する (S 3 4)。すなわち、S 3 0 において求められた Y_R, Y_G, Y_B の値および S 3 2 において設定された x_0, y_0 の値より

$$Y_0 = Y_R + Y_G + Y_B$$

$$X_0 = Y_0 \times x_0 / y_0$$

$$Z_0 = Y_0 \times (1 - x_0 - y_0) / y_0$$

から、 X_0 、 Y_0 、 Z_0 の値が求められる。

【0100】

次に、白色点の色を出すのに必要なRGBの値 (R_0 、 G_0 、 B_0) を求める (S36)。

【0101】

R_0 、 G_0 、 B_0 の値は、

【0102】

【数4】

$$\begin{bmatrix} r_0 \\ g_0 \\ b_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}$$

$$R_0 = 255 \times [r_0 / \max(r_0, g_0, b_0)]^{1/\gamma}$$

$$G_0 = 255 \times [g_0 / \max(r_0, g_0, b_0)]^{1/\gamma}$$

$$B_0 = 255 \times [b_0 / \max(r_0, g_0, b_0)]^{1/\gamma}$$

によって求められる。ここで、 $\max(r_0, g_0, b_0)$ は r_0 、 g_0 、 b_0 の最大値、行列の指数-1はこの行列が逆行列であることを示す。

以上より、色温度調整後の入力値 R' 、 G' 、 B' は以下の式

$$R' = (R_0 / 255) \times R \quad \cdots \quad (46)$$

$$G' = (G_0 / 255) \times G \quad \cdots \quad (47)$$

$$B' = (B_0 / 255) \times B \quad \cdots \quad (48)$$

で求められる (S38)。

【 0 1 0 3 】

このようにして、第 2 色補正テーブル生成部 1 5 0 は、式(46)～式(48)に基づき、色温度調整可能な色補正テーブルを生成する。そして、第 2 色補正部 1 2 0 は、このようにして生成された色補正テーブルに基づき色温度調整を行う。

【 0 1 0 4 】

当該実施形態では、第 2 色補正部 1 2 0 の順次 1 次元色補正テーブルを生成し、新たに生成された 1 次元色補正テーブルを用いて色補正を行なうように構成しているが、予め複数の 1 次元色補正テーブルを格納しておき、所定の色温度に応じて所定の 1 次元色補正テーブルを用いて色補正を行なうように構成することもできる。その理由は、1 次元色補正テーブルの場合、3 次元色補正テーブルと比較して多くのメモリ容量を必要としないので、予め複数の 1 次元色補正テーブルを格納しておいたとしても問題とならないからである。

【 0 1 0 5 】

(2-3) 当該実施形態では、「外部環境の変化を考慮した色補正」の一例として、(2-1)「環境光および投影面の変化を考慮した色補正」と、(2-2)「色温度調整のための色補正」とを独立に説明したが、環境光および投影面の変化を考慮した 1 次元色補正テーブルを用いての色補正を行なった後、色温度調整のための 1 次元色補正テーブルを用いての色補正を行うこともできる。

【 0 1 0 6 】

(3) 第 3 色補正部 1 3 0 における色補正

次に、図 2 2 を参照して、第 3 色補正部 1 3 0 による色補正処理に関して説明する。

【 0 1 0 7 】

まず、図 2 2 (a) に示すように、プロジェクタの出力特性を設定して、図 2 2 (b) に示すように、液晶パネルの入出力特性を測定する。そして、図 2 2 (a) および (b) に基づき、図 2 2 (c) に示すように、入力信号と液晶パネルへの入力値との対応関係を求める。

【 0 1 0 8 】

第 3 色補正部 1 3 0 は、図 2 2 (c) に示す入力信号と液晶パネルへの入力値

との対応関係を表現する色補正テーブルを参照して液晶パネルの入力値を調節する。当該色補正テーブルは、各プロジェクタ毎に予め格納されている。

【 0 1 0 9 】

第 2 実施形態

図 2 に、本発明の画像表示装置の第 2 実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部 1 0 0 の機能ブロック図を示す。本発明の画像表示装置としては、プロジェクタの他、CRT、液晶ディスプレイなども含まれる。

【 0 1 1 0 】

本発明の第 1 実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部 1 0 0 は、第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 によって生成された 1 次元色補正テーブルを参照して、入力された γ 値に基づき、格子点データを書き換える γ 補正部 1 0 2 と、 $\gamma = 2.2$ 用のカラーマッチングを行うための 3 次元色補正テーブル (3 D - L U T) を参照して所望の色補正を行う第 1 色補正部 1 1 0 と、第 2 色補正テーブル生成部 1 5 0 によって生成された色補正テーブルに基づき所望の色補正を行う第 2 色補正部 1 2 0 と、液晶ライトバルブの出力特性を調整するための第 3 色補正部 1 3 0 と、液晶ライトバルブを駆動して画像の投影表示を行うための L / V (ライトバルブ) 駆動部 1 4 0 と、を備えて構成される。

【 0 1 1 1 】

また、前記画像処理部 1 0 0 は、プロジェクタの γ 値を入力するための γ 値入力部 1 1 6 と、格子点データを格納している L U T データ格納部 1 1 4 と、 γ 値入力部 1 1 6 によって入力された γ 値に基づいて L U T データ格納部 1 1 4 に格納された格子点データを書き換えるための 1 次元色補正テーブルを生成するための第 1 色補正テーブル生成部 1 1 2 と、を備えている。

【 0 1 1 2 】

さらに、画像処理部 1 0 0 は、第 1 実施形態と同様に、暗室内で基準投影面に対して出力した場合のプロジェクタの色特性情報を格納しておくためのデバイス特性保存メモリ 1 6 0 と、プロジェクタおよび外部照明のスクリーンによる反射光の輝度を測定するための光センサ 1 7 0 と、光センサ 1 7 0 の測色値とデバイス特性保存用メモリに格納されている情報とに基づき外部照明の影響を考慮した

1次元色補正テーブル（1D-LUT）を生成する第2色補正テーブル生成部150と、を備えて構成される。

【0113】

第2実施形態の画像処理部100は、 γ 補正部102が、図3のS12およびS14と同様に、入力された γ 値に基づき格子点データを書き換え、第1色補正部110が、書き換えられた格子点データに基づき、 $\gamma = 2.2$ （特性基準値）用の3次元色補正テーブル（3D-LUT）を参照して所望の色補正を行う点において、第1実施形態の画像処理部100と異なる。第2実施形態のように、 γ 補正部102および第1色補正部110を設けても、第1実施形態の第1色補正部110と同様の処理を行うことができる。

【0114】

なお、 γ 値入力部116から $\gamma = 2.2$ （特性基準値）が入力された場合には、画像入力信号が、 γ 補正部102を介さずに、第1色補正部110に直接入力されるように構成することもできる。

【0115】

第2色補正部120、第3色補正部130、L/V駆動部140、第2色補正テーブル生成部150、デバイス特性保存用メモリ160および光センサ170のそれぞれの構成および動作については、第1実施形態と同様であるのでその説明を省略する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部の機能ブロック図である。

【図2】

本発明の第2実施形態にかかるプロジェクタ内の画像処理部の機能ブロック図である。

【図3】

第1色補正テーブル生成部112による色補正テーブル生成処理を説明するためのフローチャートである。

【図 4】

LUTデータ格納部 114 に格納されている LUTデータの生成処理を説明するためのフローチャートである。

【図 5】

LUTデータの生成処理を説明するための図である。

【図 6】

CRTの色とプロジェクタの色との対応付けを説明するための図である。

【図 7】

本発明の第 1 実施形態にかかるプロジェクタ内の第 2 色補正部 120 の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 8】

本発明の第 1 実施形態にかかるプロジェクタ内の第 2 色補正テーブル生成部 150 による色補正テーブルの生成・書換処理を説明するためのフローチャートである。

【図 9】

本発明による補正カーブ計算処理 1（外部照明の明るさの変化に対する補正）を説明するためのフローチャートである。

【図 10】

各環境下における γ カーブを示すグラフ図である。

【図 11】

各環境下における規格化された γ カーブを示すグラフ図である。

【図 12】

各環境下における規格化された γ カーブを基準点 D_0 で合わせた状態を示すグラフ図である。

【図 13】

D_0 を変化させた場合の補正カーブの一例を示すグラフ図（1）である。

【図 14】

D_0 を変化させた場合の補正カーブの一例を示すグラフ図（2）である。

【図 15】

第 1 補正カーブの補正量 $\alpha 1$ の調整を説明するための図である。

【図 1 6】

本発明による補正カーブ計算処理 2（投影面の色の変化に対する補正）を説明するためのフローチャートである。

【図 1 7】

本発明による補正カーブ計算処理 3（外部照明の色の変化に対する補正）を説明するためのフローチャートである。

【図 1 8】

第 3 補正カーブの算出原理を説明するための図である。

【図 1 9】

補正カーブの一例（丸め処理前）の一例を示すグラフ図である。

【図 2 0】

補正カーブの一例（丸め処理後）の一例を示すグラフ図である。

【図 2 1】

色温度調整可能な色補正テーブル生成処理を説明するためのフローチャートである。

【図 2 2】

第 3 色補正部 1 3 0 による色補正処理を説明するための図である。

【符号の説明】

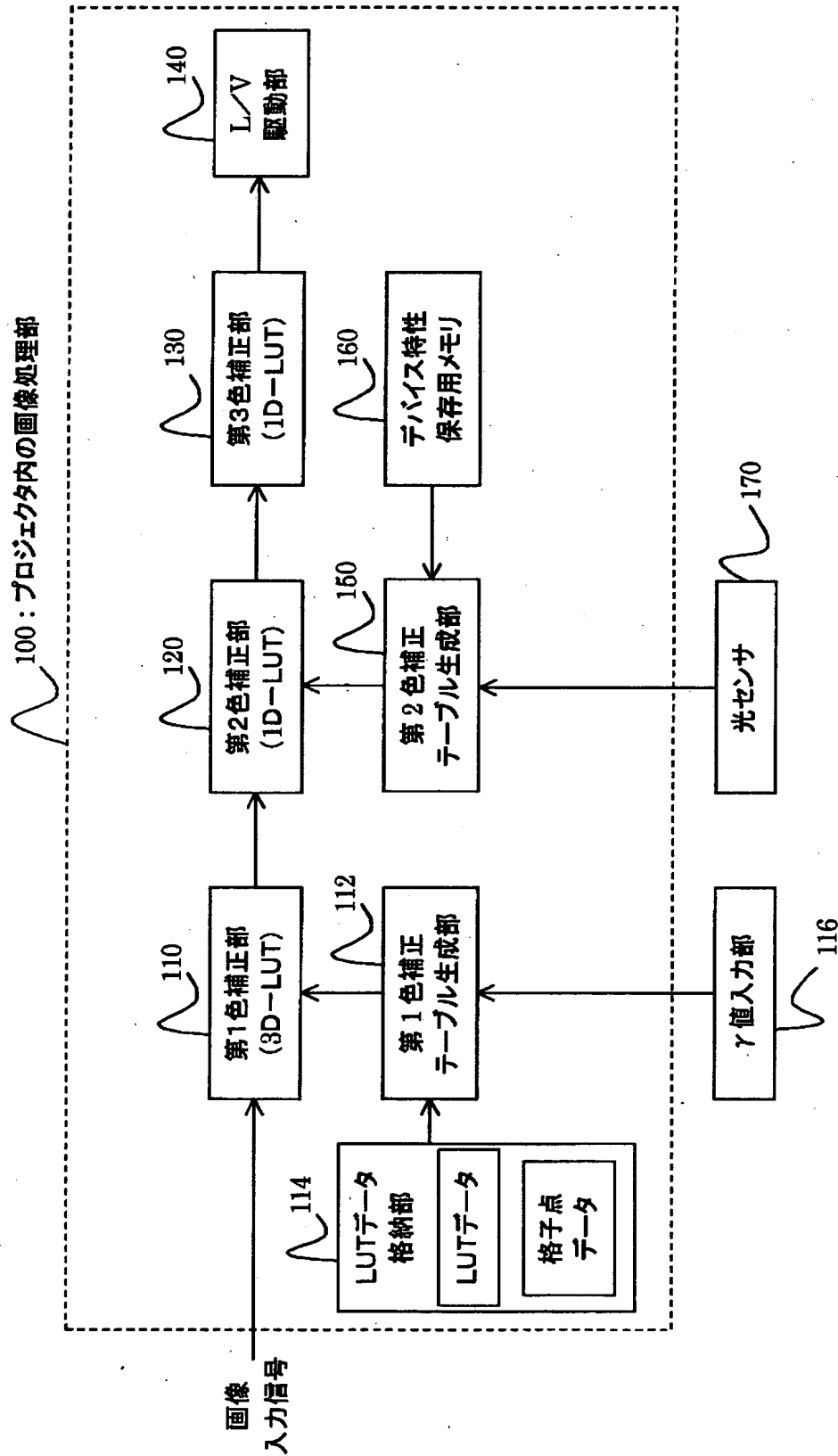
- 1 0 0 画像処理部
- 1 0 2 γ 補正部
- 1 1 0 第 1 色補正部
- 1 1 2 第 1 色補正テーブル生成部
- 1 1 4 LUT データ格納部
- 1 1 6 γ 値入力部
- 1 2 0 第 2 色補正部
- 1 3 0 第 3 色補正部
- 1 4 0 L/V 駆動部
- 1 6 0 デバイス特性保存用メモリ

1 5 0 第 2 色 補 正 テーブル 生成 部

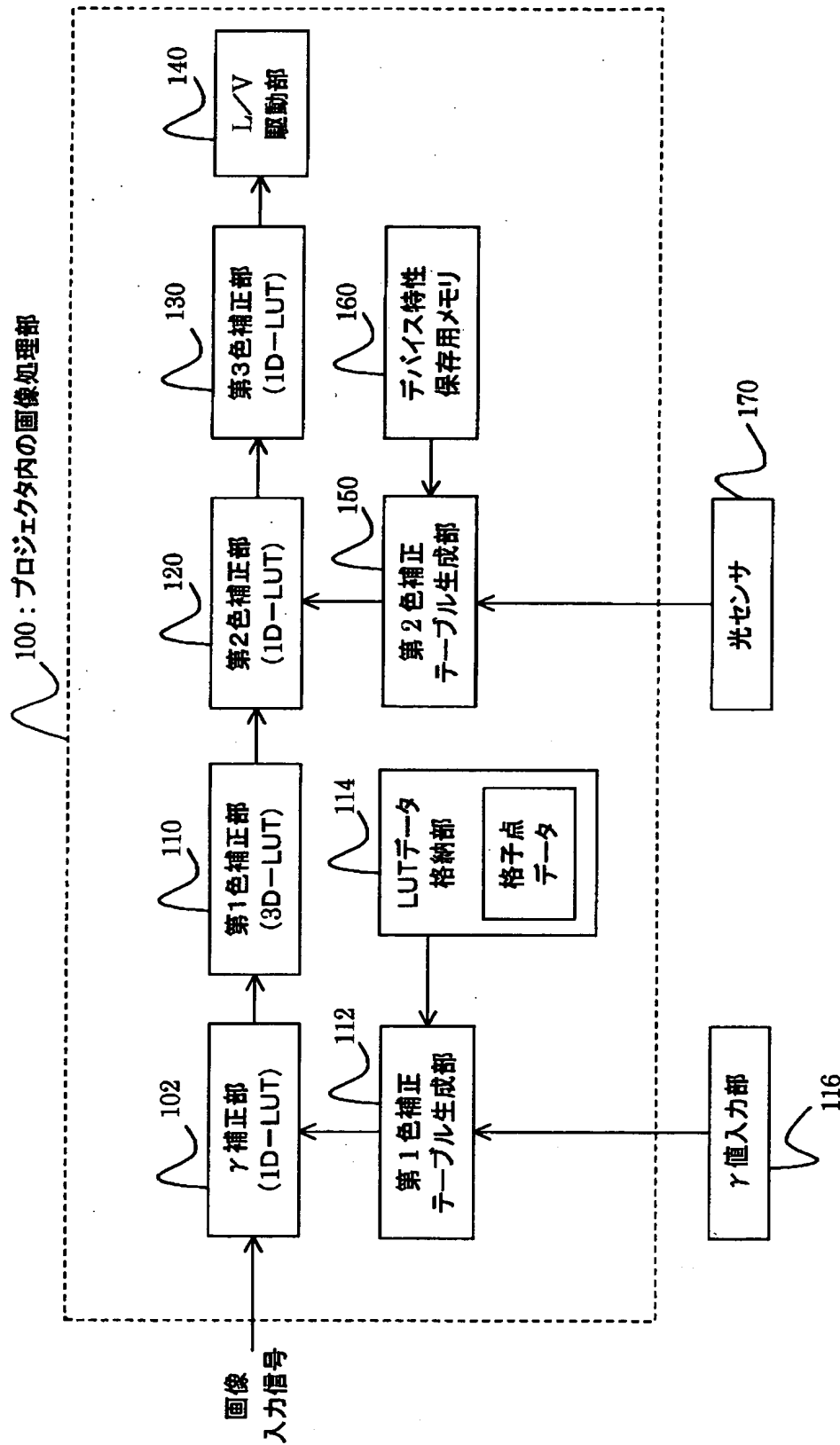
1 7 0 光 センサ

【書類名】 図面

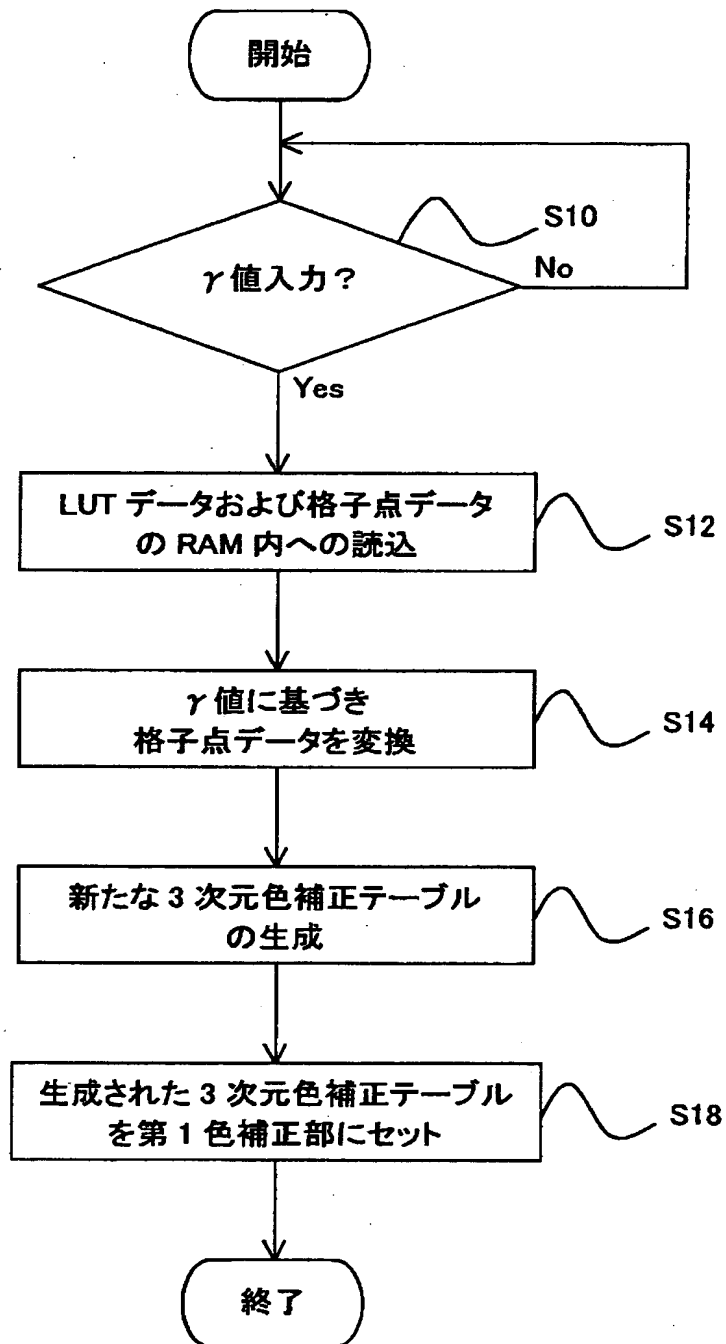
【図 1】



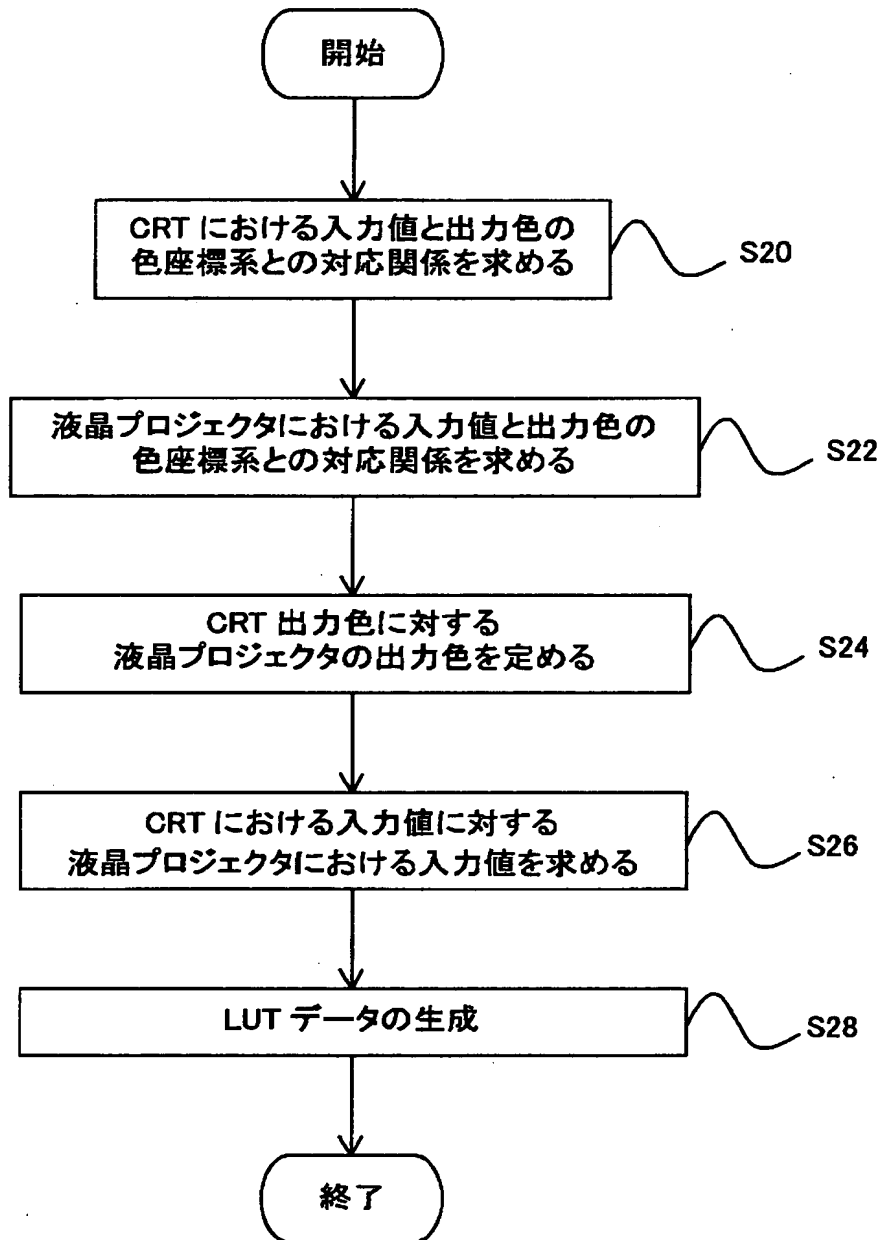
【図 2】



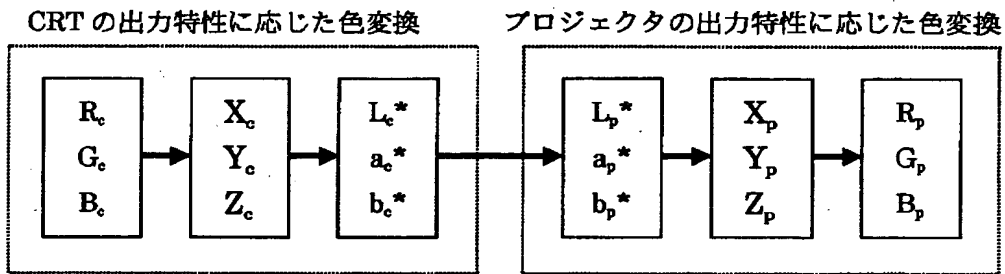
【図 3】



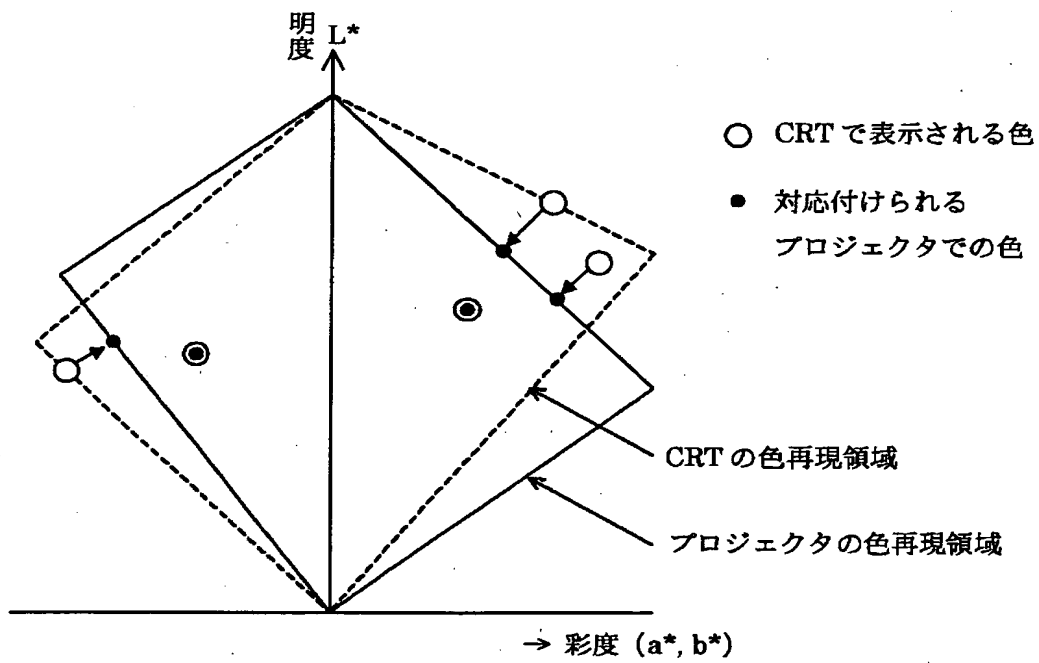
【図 4】



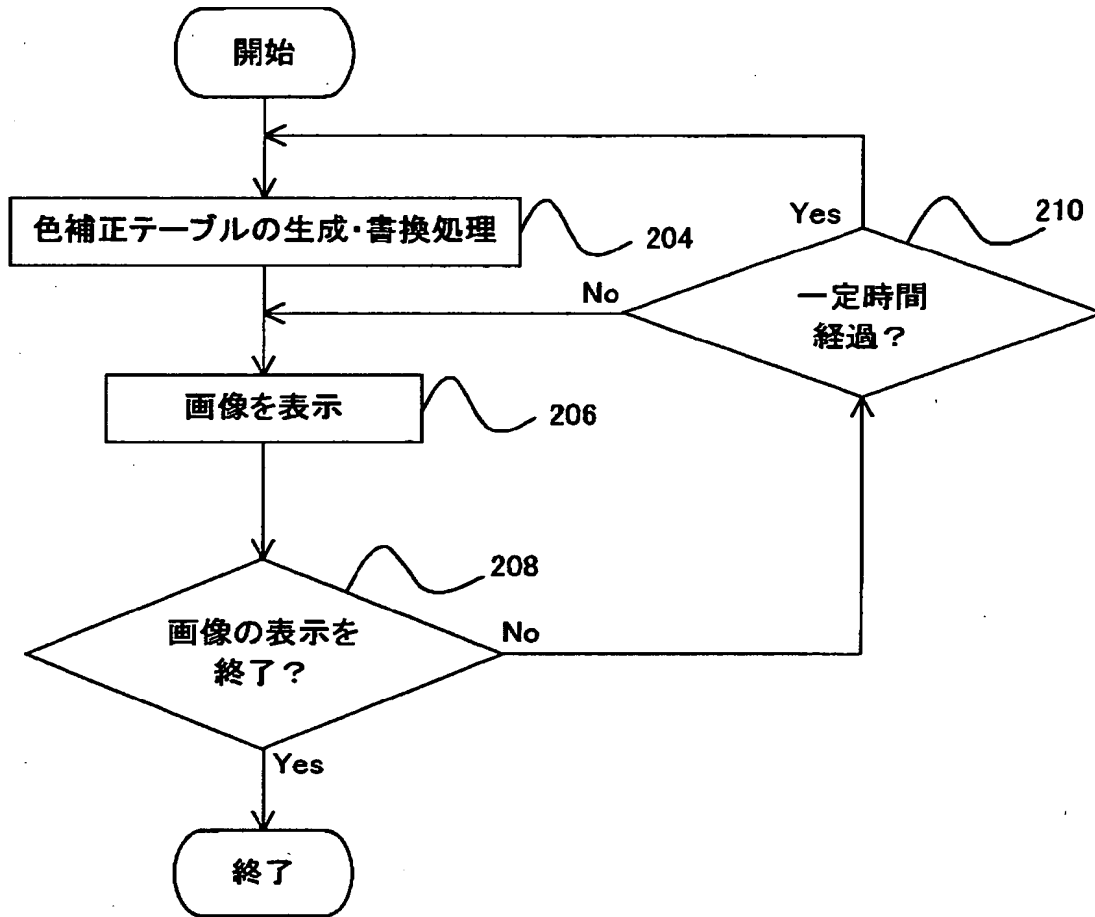
【図 5】



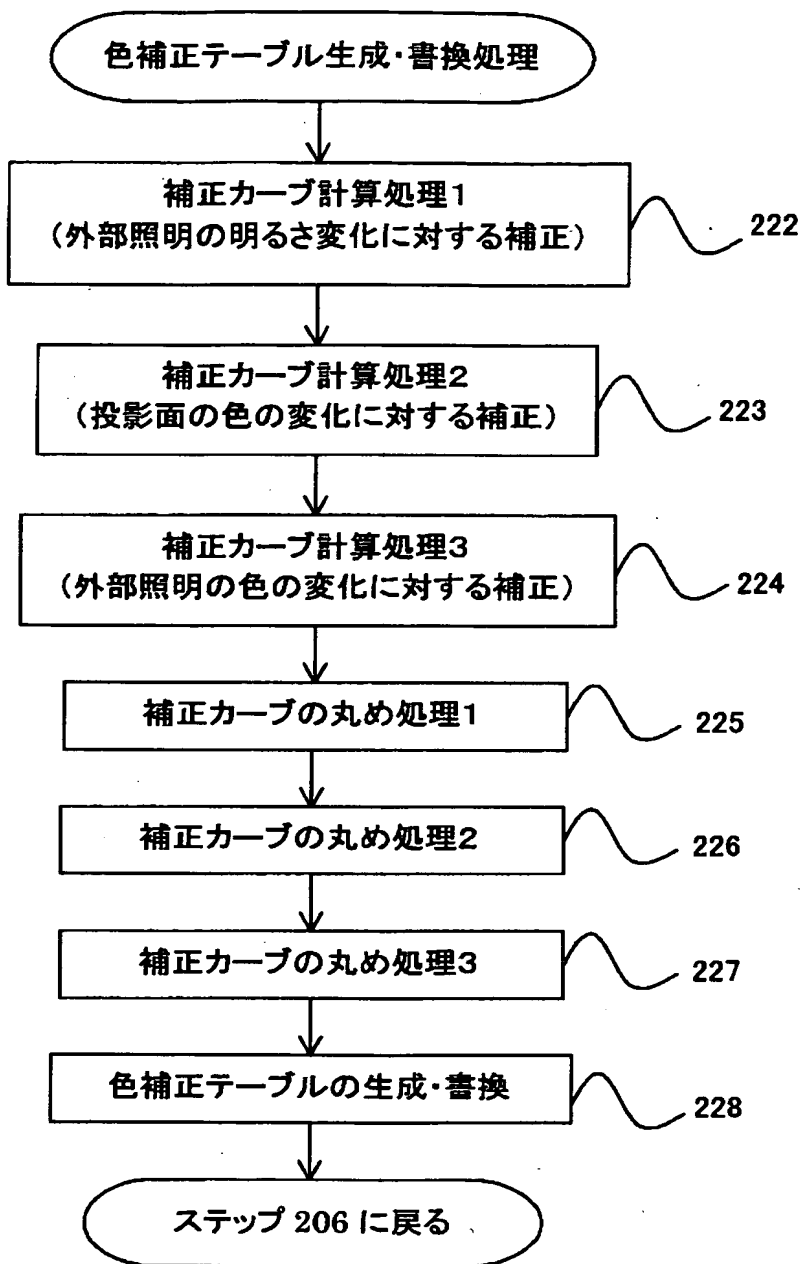
【図 6】



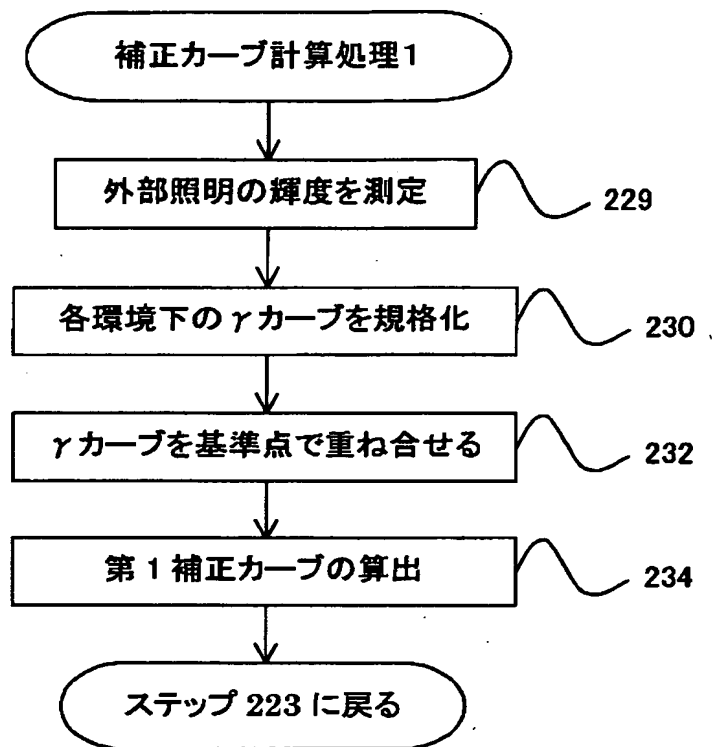
【図 7】



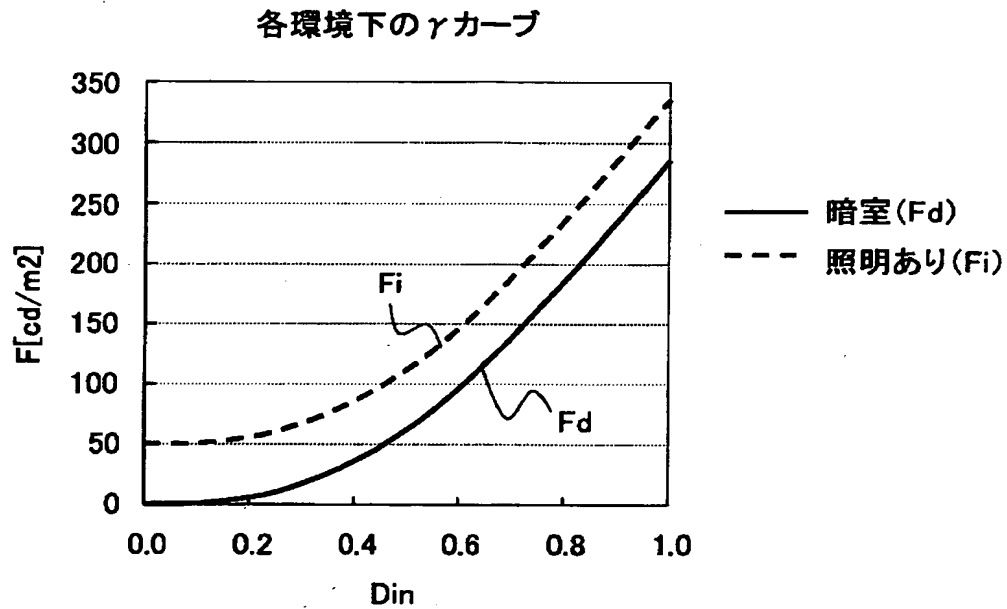
【図 8】



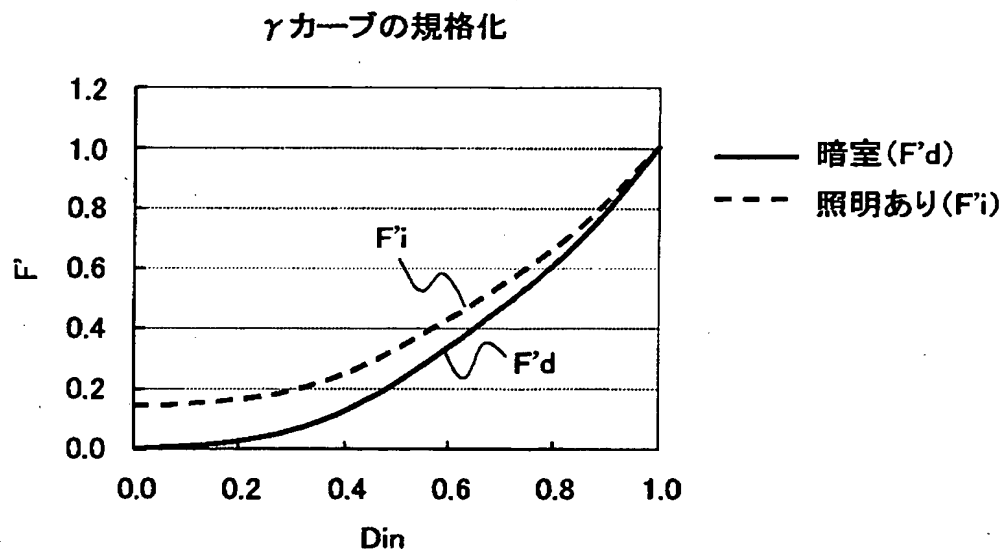
【図 9】



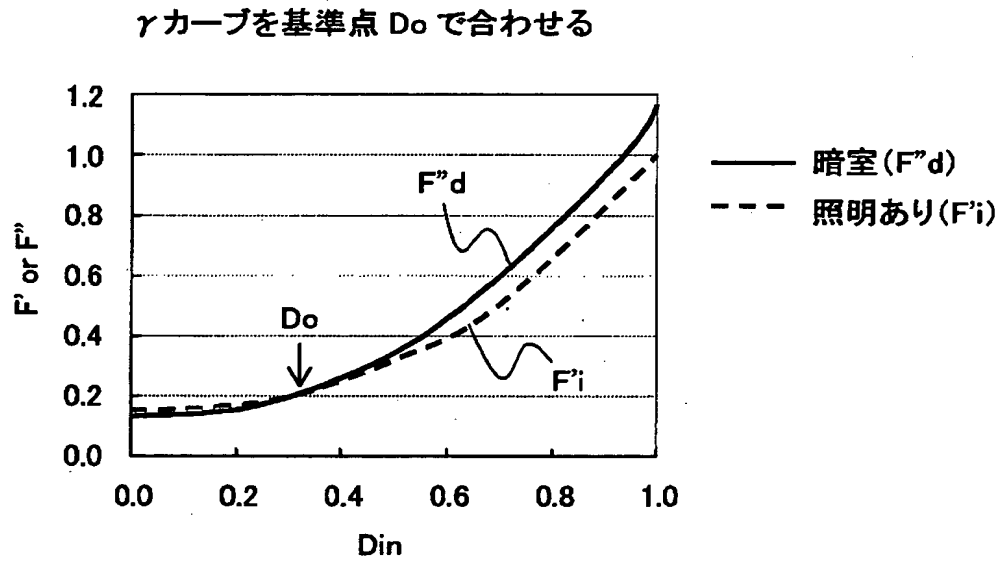
【図 10】



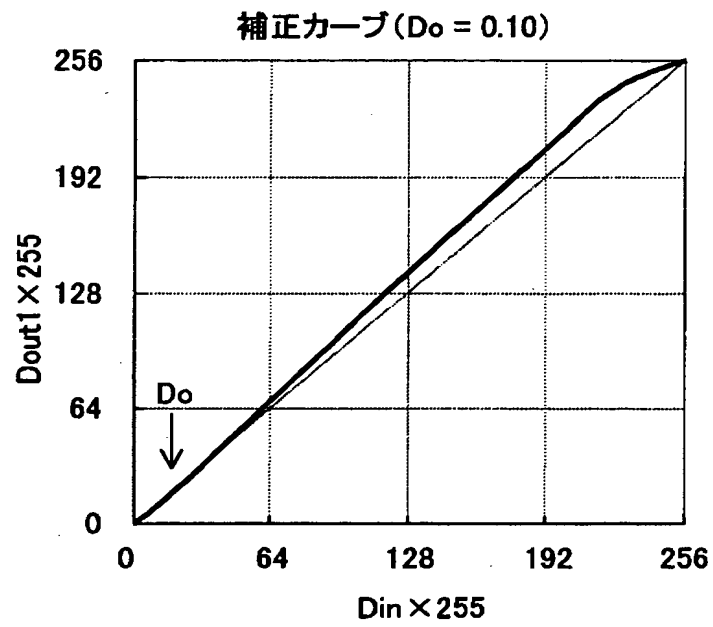
【図 11】



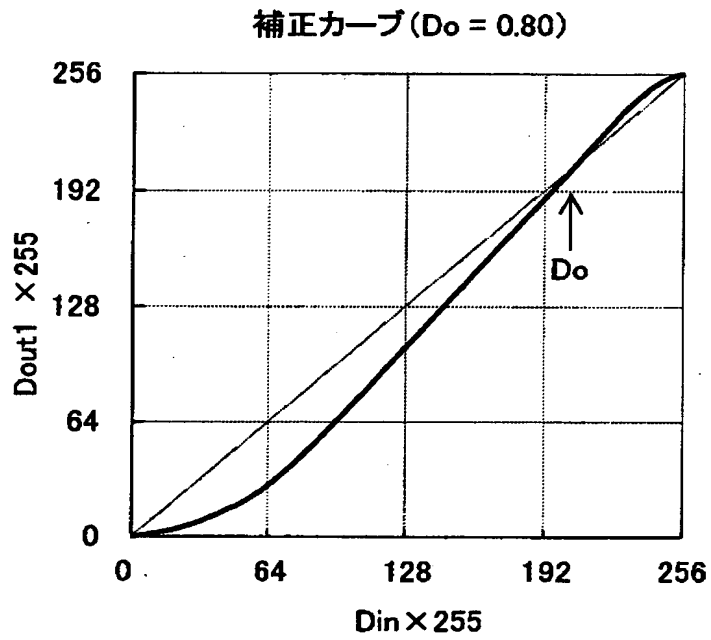
【図 12】



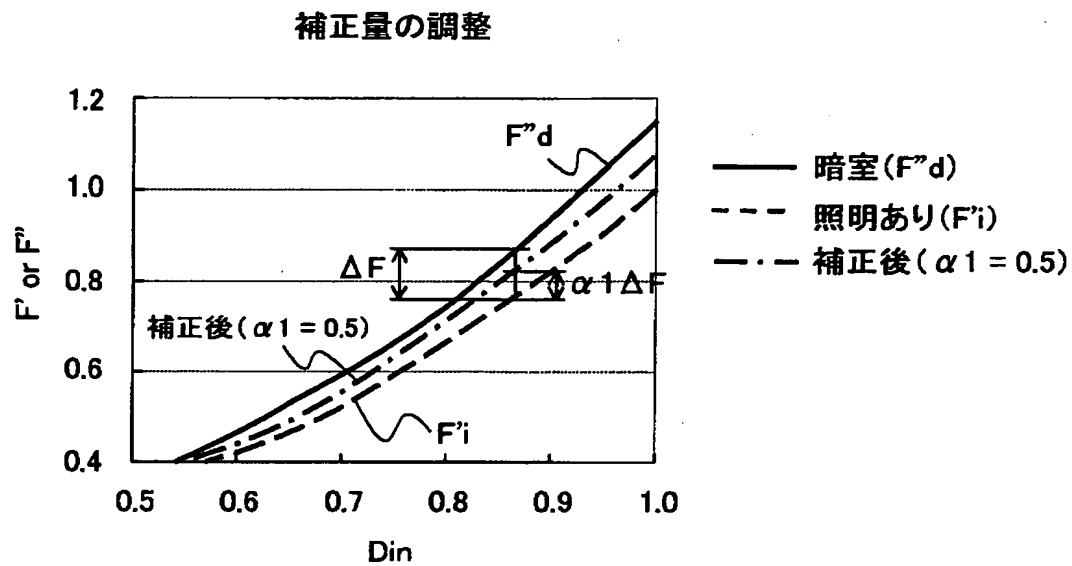
【図 1 3】



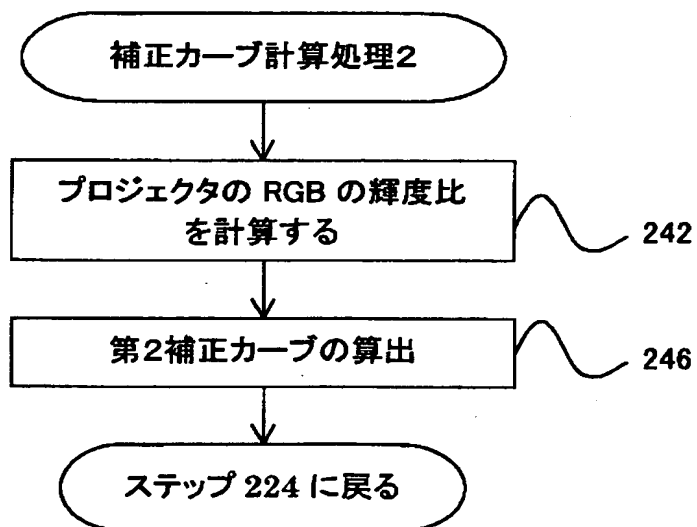
【図 1 4】



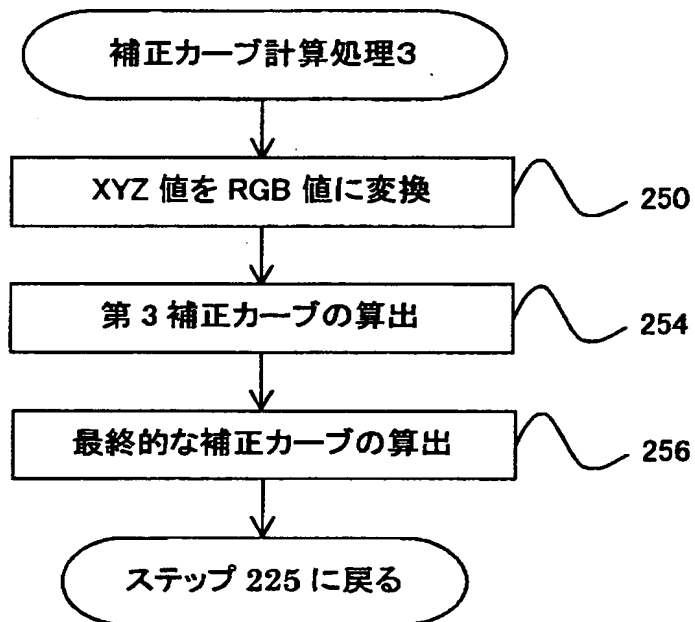
【図 15】



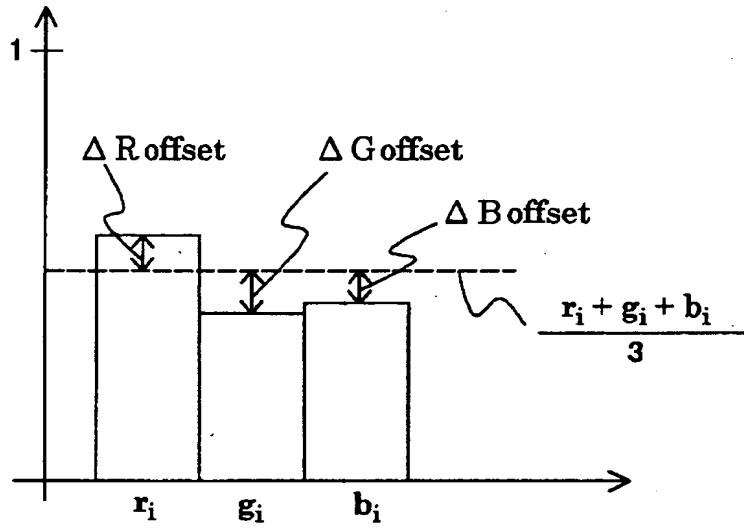
【図 16】



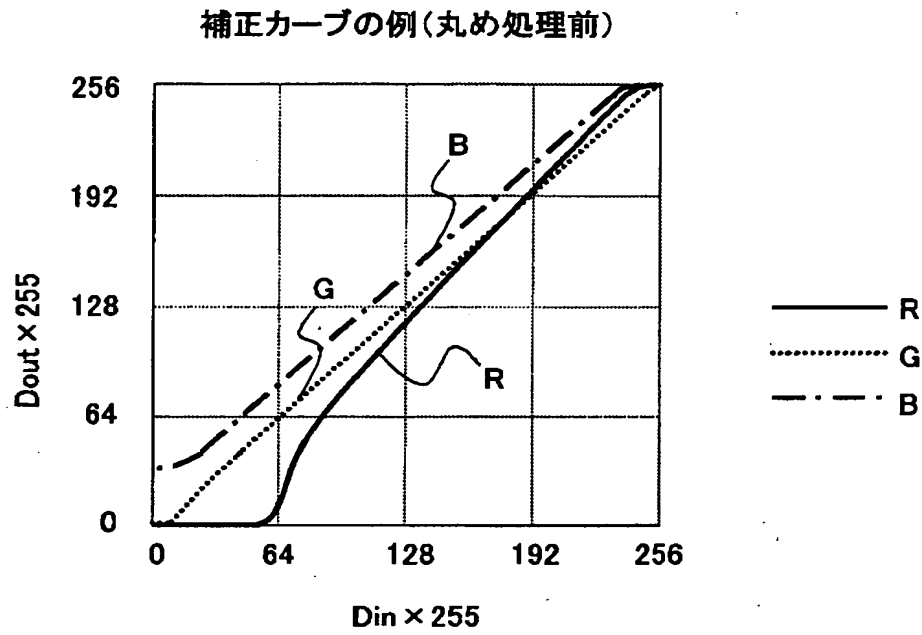
【図 1 7】



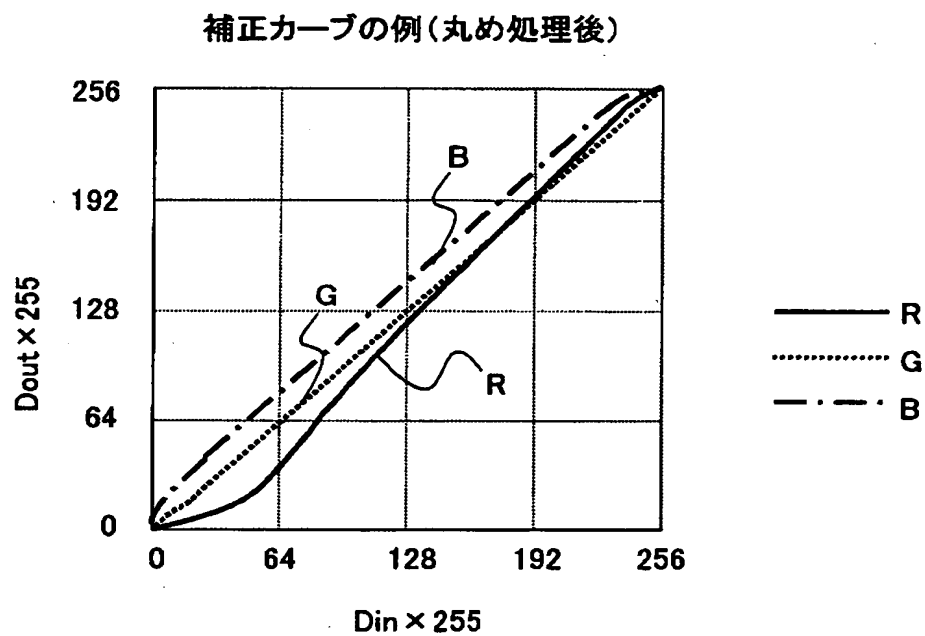
【図 1 8】



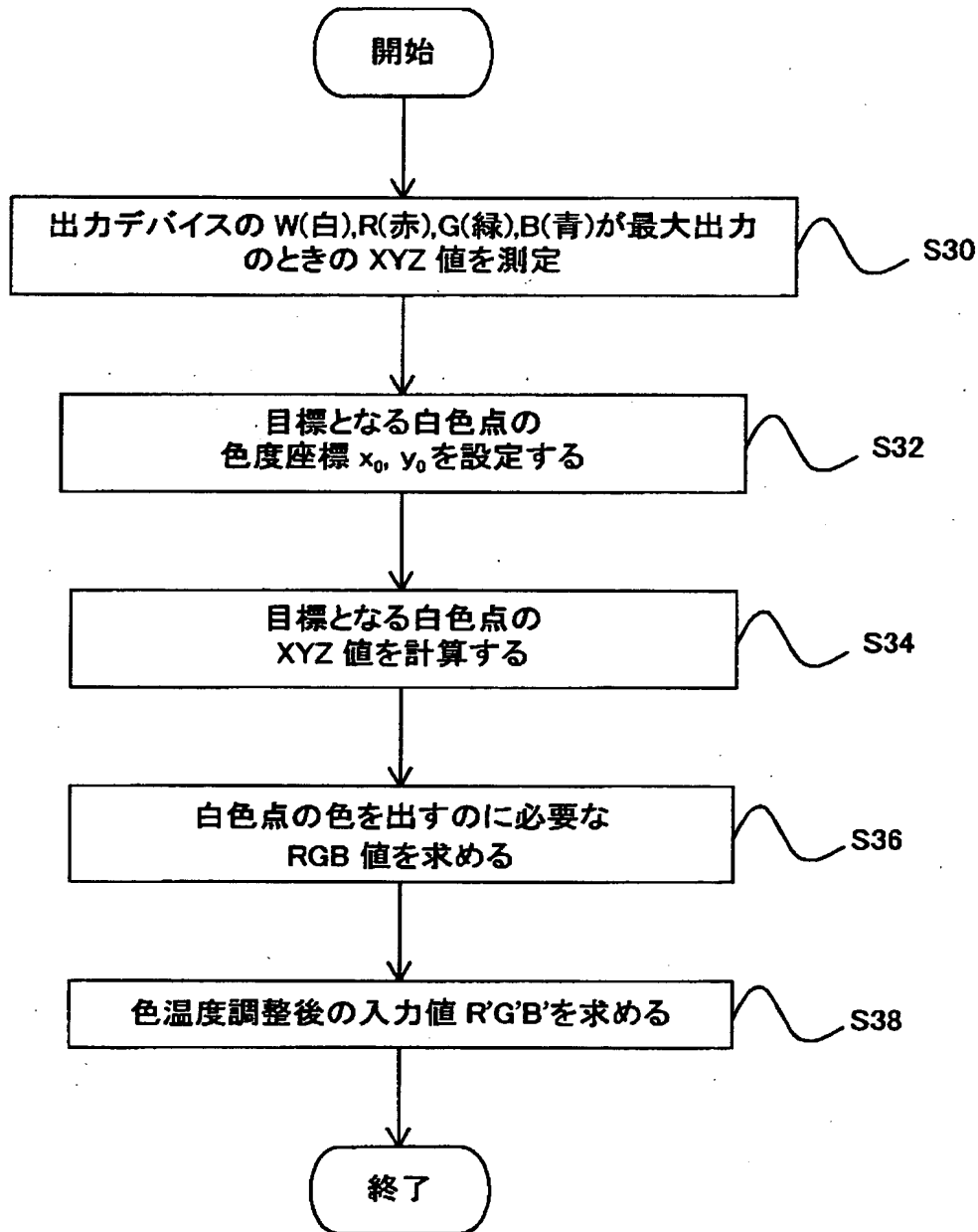
【図 1 9】



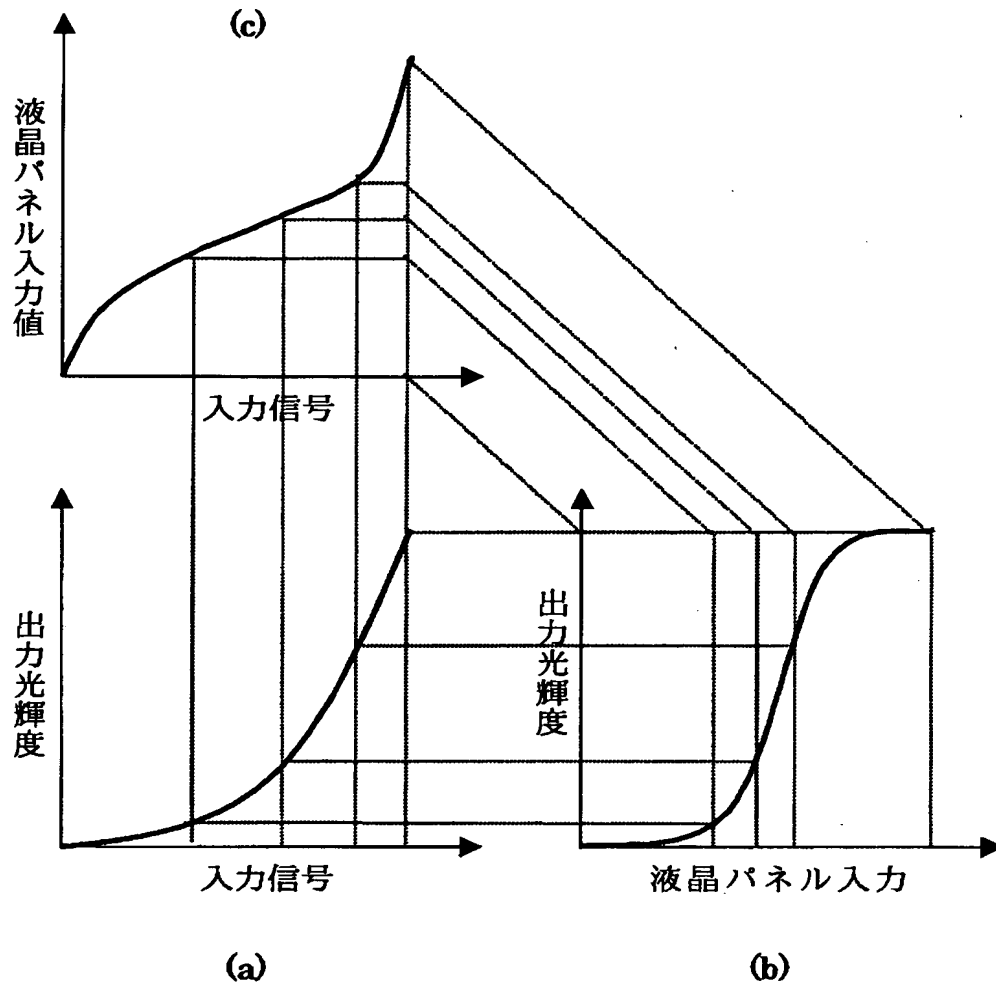
【図 2 0】



【図 21】



【図 22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 メモリ容量を節約しつつ適切な色再現が可能な画像表示装置、画像処理方法およびプログラムを提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明による、入力される画像データに対して所望の画像処理を行って画像を表示する画像表示装置によれば、第1色補正部110によって、前記画像表示装置の特性値に基づき、前記画像表示装置の色特性を基準色特性に適合させるための3次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正が施される。そして、第2色補正手段120によって、外部環境に応じた色補正を行なうための1次元色補正テーブルを参照して、前記入力される画像データに対して所望の色補正が施される。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名 セイコーエプソン株式会社